

海藻の製パンへの影響 (II) こんぶ

筒井知己 金井節子

Effects of Seaweed Substitution on Breadmaking. (II) Laminaria (Kombu)

TOMOMI TSUTSUI and SETSUKO KANAI

Physical properties of wheat flour replaced with 0.5 to 1.5% of seaweed Laminaria (WFRS) and baking properties of them were estimated. Water absorption capacity of WFRS increased gradually and adhesive properties of WFRS increased gradually as seaweed level increased.

Among the bread made from WFRS, the bread made from wheat flour replaced with 0.5% of seaweed showed better loaf volume and also showed better sensory evaluation score. Linear regression analysis showed that the water absorption capacity (X) was negatively correlated to the loaf volume of the bread made from WFRS (Y). And the following regression equation was obtained: $Y = -22.5X + 3157.0$

我々は先に海藻粉末の新しい利用法として、小麦粉にふのり粉末を加え、小麦粉の物性や栄養特性を改善するところみを報告した¹⁾。そしてふのり0.5%添加小麦粉を用いて焼成したパンが比較的すだちがよく、やわらかいこと、またふのりを添加した各パンのローフボリュームと各小麦粉抽出液の乳化活性、乳化安定性との間に相関がみられることを報告した。そこで今回は海藻としてこんぶを利用することを検討した。根こんぶはこんぶ成体（孢子体）の葉の下部と茎（茎状体）の上部で、古くから民間薬の一つとして用いられている。根こんぶを一夜水に浸漬すると、種々の成分が溶出し、ぬめりのある水抽出液が得られる。これを飲むと高血圧などの治療効果があるといわれている。こんぶの栄養成分と

しては、炭水化物（糖質、繊維）の含量が多く、たんぱく質の含量はすくない。また脂質は1%前後しか含まれていない。ビタミンとしては、 β -カロテン、ビタミンB₁、B₂、ナイアシン、ビタミンC等が含まれ、無機質としてはカルシウム、リン、鉄、カリウム、ヨウ素などの含量が多い。こんぶの炭水化物は主としてアルギン酸（D-マンヌロン酸からなる多糖類）、フコイダン（L-フコースの硫酸エステルの重合体）、ラミナリン（D-グルコースの β -1,3結合で構成される β -グルカン）などの粘質多糖類である。これらは難消化性であり、エネルギー供給源とはならない。しかしアルギン酸は、コレステロール低下作用²⁾、有害物質除去作用^{3,4)}、整腸作用、高血圧低下作用⁵⁾を示すといわれている。またアルギン酸、

Key Words: seaweed, baking property

フコイダン、ラミナリンは抗腫瘍活性があることも報告されている。食品工業では、アルギン酸は粘稠剤、ゲル化剤、安定剤、乳化剤として用いられている。そこで小麦粉に根こんぶ粉末を加えれば、小麦粉の物性を改善するとともに、小麦粉の機能特性も改良することができるはずである。今回我々は、市販強力小麦粉と市販根こんぶ粉末を用いて根こんぶ添加小麦粉を調製し、その物理的特性を測定するとともに、製パン試験を行い、各物理的特性と製パン性との間にどのような関連があるか検討を加えたのでここにその結果を報告する。

実験方法

1. 試料の調整法

市販強力小麦粉（日清製粉㈱、カメリヤ、水分14.0%、粗たんぱく質13.4%、粗灰分0.4%）と根こんぶ粉末（ファンケル㈱、粗たんぱく質9.5%、脂質1.6%、糖質18.4%、ナトリウム3.59%）を用い、強力小麦粉の0.5%、1.0%、1.5%を根こんぶ粉末でおきかえた粉を調製し、それぞれの粉を3回ふるいにかけて。そしてこれらをそれぞれ根こんぶ0.5%添加小麦粉、1.0%添加小麦粉、1.5%添加小麦粉とした。

2. 小麦粉の水分吸着量の測定

各小麦粉1.5gを遠心チューブにとり、蒸留水15mlを加えてから、ガラス棒で1分攪拌した。さらに10分後同様に攪拌し、この操作を3回繰り返した。次に遠心チューブを久保田KR-20000S遠心分離機で、1600G、25分間遠心分離した。遠心チューブ内の上澄液は別の容器に移し小麦粉抽出液とした。次に遠心チューブ中の各小麦粉の重量を測定し、各小麦粉に吸着された水の重量を算出し、小麦粉100gあたりの水の吸着量に換算して水分吸着とした。

3. 小麦粉生地多重バイト試験

多重バイト試験法にはタケトモ電気製テンシプレッサーTTP-50Xを用いた。各小麦粉2.5gを遠心チューブにとり、蒸留水5mlを加

Table 1 Typical bread formula

Ingredient	Quantity
Wheat flour	200 g
Sugar	12 g
Salt	4 g
Skim milk	4 g
Dry yeast	2 g
Water	144ml
Butter	8 g

えてから日本精機製エースホモジナイザーAM型で1000rpmで10秒間攪拌した。このペースト状の生地をテンシプレッサーのプレートにのせ、直径36mmのプランジャーを用い、クリアランス0.1mm、9mm/secのバイトスピード、ロードレンジ10kg、0.5mmの振幅で200バイトまで圧縮、戻りを測定した。

4. 製パン試験

製パン試験は表1のような原料配合で行なった。市販強力小麦粉、または根こんぶ粉末添加小麦粉に、砂糖、食塩、スキムミルク（雪印乳業㈱）、ドライイースト（オリエンタル酵母㈱）を加え三回ふるいにかけて。次にこれらをフナイオートベーカリーFAB-72に加え、水144mlを加えて5分間ミキシングした。さらにバター8gを加え製パンの標準コースにセットして、3時間50分かけて混捏、発酵、焼成を行った。製パンは同じ配合の物を三回繰り返して焼成した。焼成したパンは、重量を測定後、ローフボリュームを菜種置換法で測定した。次にパン（密閉容器に入れ1日室温で放置した物）の物性を測定するため、厚さ2cm幅に切断後、耳の部分除去して5.5cmの正方形に整形した。この硬さをタケトモ電気製テンシプレッサーTTP-50Xの圧縮システムを用い、サイクルスピード2mm/sec、クリアランス5mm、ロードレンジ10kgで測定した。またパン色調はミノルタカラーセンサーMCR-Aで測定した。

5. 官能検査

焼成直後のパンの色、味、香り、食感（硬さ、弾力性、歯もろさなど）、味、これらの総合評

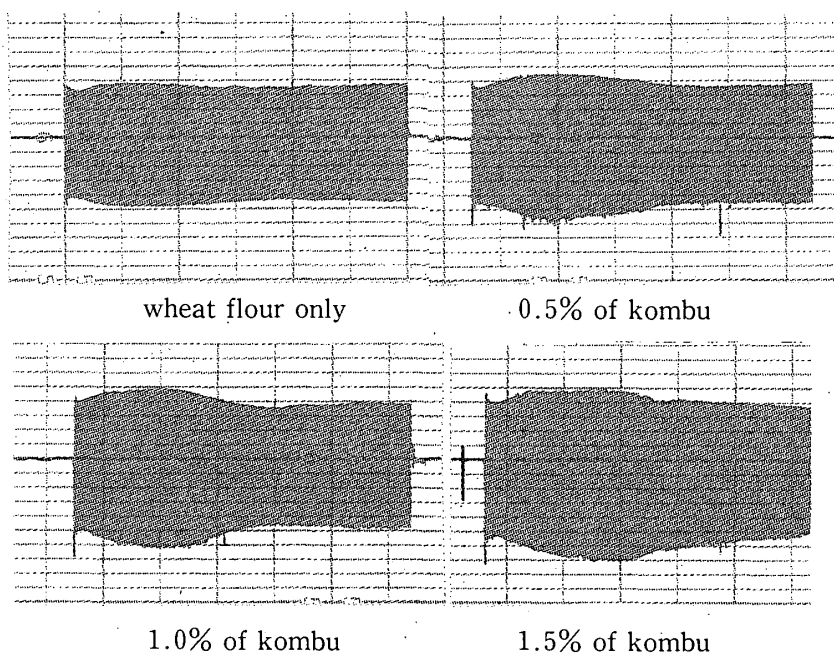


Fig. 1 Multi-biting test of wheat flour

価について、7点評価法(非常に悪い(-3)、かなり悪い(-2)、やや悪い(-1)、ふつう(0)、ややよい(+1)、かなりよい(+2)、非常によい(+3))で嗜好評価を行った。パネルは本学女子学生(19~20歳)18名とした。データ解析は、二元配置による分散分析によった。

実験結果および考察

1. 各小麦粉の水分吸着量

強力小麦粉と根こんぶ粉末添加小麦粉(WFRS)の水分吸着量は、表2のようになった。根こんぶ粉末添加小麦粉では、根こんぶ粉末の添加量が増えるにつれて水分吸着量も増加した。また根こんぶ粉末添加量(X_1)と水分吸着量(Y_1)の間には $Y_1 = 6.28X_1 + 90.09$ ($r = 0.97$ 、5%の危険率で有意)の回

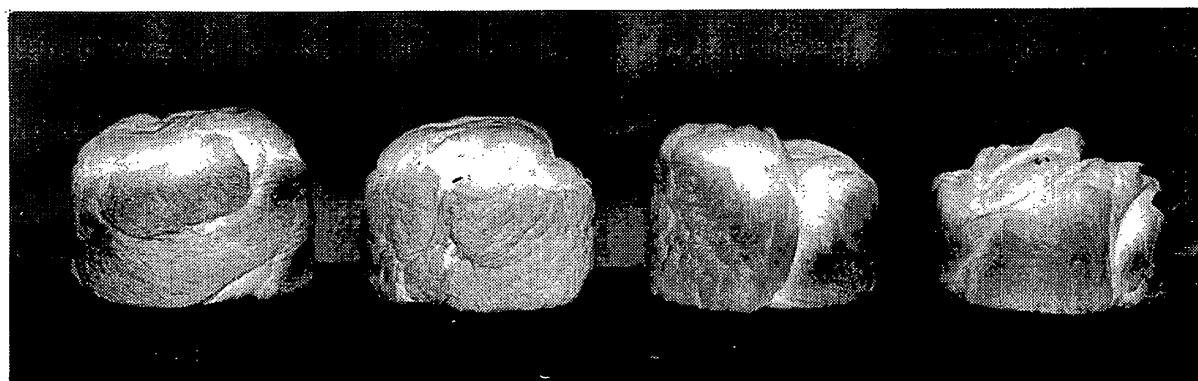
帰式が得られた。一方根こんぶ粉末添加小麦粉の抽出液はかなり混濁していて、根こんぶ粉末から、糖質、ミネラルなど種々の成分が溶出しているように推測された。

2. 小麦粉の多重バイト試験

各小麦粉の多重バイト試験結果は図1、表3のようになった。圧縮に対する応力は、根こんぶ粉末添加量が増えてもほとんど変化なかった。一方附着力は根こんぶ粉末の添加量が多くなるにつれ多少増加し、根こんぶ粉末1.5%添加小麦粉の附着力は、強力小麦粉の附着力の113.4%の値であった。また根こんぶ粉末添加量(X_1)と、小麦粉生地(の附着力(Y_2))との間には、 $Y_2 = 8X_1 + 88.8$ ($r = 0.984$ 、2%の危険率で有意)の回帰式が得られた。

Table 2 Centrifuge absorption of wheat flour

	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of kombu	1.0% of kombu	1.5% of kombu
Centrifuge absorption(%)	91.0	91.8	96.5	99.9



wheat
flour only 0.5% of
 kombu 1.0% of
 kombu 1.5% of
 kombu

Fig. 2 Bread baked from wheat flour replaced with 0.5 to 1.5% of kombu

Table 3 Physical properties of wheat flour

	Wheat flour only	Wheat flour replaced with		
		0.5% of kombu	1.0% of kombu	1.5% of kombu
Hardness(g)	76.0 (100%)	76.8 (101.1%)	77.6 (102.1%)	72.8 (95.8%)
Adhesiveness(g)	89.6 (100%)	92.0 (102.7%)	96.0 (107.1%)	101.6 (113.4%)

Table 4 Loaf volume of baked bread

	Wheat flour only	Wheat flour replaced with		
		0.5% of kombu	1.0% of kombu	1.5% of kombu
Weight of baked bread(g)	289.5±1.4	292.6±2.7	291.8±2.9	289.6±2.9
Loaf volume(ml)	1123±13	1072±16	1010±34	900±39

3. 製パン試験結果

各小麦粉を用いて焼き上げたパンの外観は図2のようになり、各パンの重量とローフボリュームは表4のようになった。根こんぶ粉末添加パンのローフボリュームは根こんぶ粉末の添加量がふえるにつれ、徐々に低下していった。また根こんぶ粉末添加量 (X_1) とローフボリューム (Y_3) との間には、 $Y_3 = -142.6X_1 + 1135.9$ ($r = -0.982$ 、2%の危険率で有意) の回帰式が得られた。一方小麦粉の水分吸着量 (X_2) と、ローフボリューム (Y_3)

との間には、 $Y_3 = -22.5X_2 + 3157.0$ ($r = -0.977$ 、5%の危険率で有意) の回帰式が得られた。次に各パンの内層の様子が図3に示されているが、根こんぶ粉末0.5%添加小麦粉を用いたパンの内層は比較的良好であったが、根こんぶ粉末の添加量がさらに多くなると、パンの内層の気泡の体積も小さく、パンのローフボリュームも徐々に低下していった。この理由として①根こんぶ粉末が生地内の水分を吸収して生地を硬くしたことや、②根こんぶ粉末中に含まれる食塩がイーストの発酵に

影響を与えたこと、③根こんぶ粉末からとけ
でたアルギン酸などの粘出物が生地に影響を
与えたことなどが考えられる。次に各パンの
硬さをテンシプレッサー（圧縮システム）で
測定した結果は表5のようになった。根こん
ぶ粉末添加パンの硬さは、根こんぶ粉末添加

量が多くなるにつれ増加し、根こんぶ添加量
(X_1) とパンの硬さ (Y_4) との間には、 $Y_4 = 2.456X_1 + 1.648$ ($r = 0.98$ 、2%の危険率で有意)の回帰式が得られた。これら各パンの内層の色は表6のようになり、根こんぶ粉末の添加量が多くなるにつれ、パンの色の明るさ

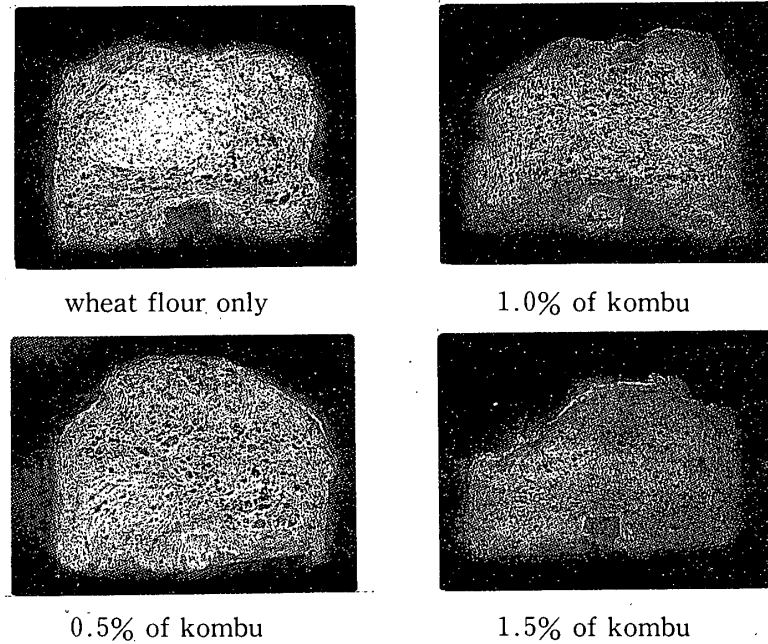


Fig. 3 Vertical cross-sections of bread

Table 5 Hardness of baked bread

	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of kombu	1.0% of kombu	1.5% of kombu
Hardness (dyne/cm ²)	1.94 ± 0.13 $\times 10^5$	2.44 ± 0.09 $\times 10^5$	4.10 ± 0.08 $\times 10^5$	5.48 ± 0.18 $\times 10^5$

Table 6 Crumd color of baked bread

	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of kombu	1.0% of kombu	1.5% of kombu
L	76.85	74.03 ± 0.33	73.43 ± 0.04	72.13 ± 1.13
a	-0.48	-0.90 ± 0.15	-1.08 ± 0.04	-1.18 ± 0.07
b	12.85	15.0 ± 0.77	17.70 ± 0.87	19.10 ± 1.03
Color difference value vs. control	—	3.57	5.96	7.86

Table 7 Sensory evaluation of baked bread

	Wheat	Wheat flour replaced with		
	flour only	0.5% of kombu	1.0% of kombu	1.5% of kombu
Color	2.0	0.67	-0.50	-1.22
Flavor	1.17	0.50	0.17	-0.22
Hardness				
Elasticity	1.33	0.83	0.22	0.38
Brittleness				
Taste	1.61	0.78	-0.33	-0.72
Total evaluation	2.11	1.0	-0.61	-1.11

n = 18

(L値)が減少し、緑色の度合が増加し(a値の-の増加)、黄色の度合も増加(b値の+の増加)していることを示していた。このような各パンの官能検査結果(総合評価値)を分散分析したところ、試料間の分散比 F_0 が44.08となり、 $F_0=44.08>F(3.50, 0.01)=4.20$ であるので、総合評価値で4種の試料間に1%の有意水準で有意差があることがわかった。また各パンの官能検査結果(色、香り、食感、味、総合評価)の各評点の平均値は、表7のようになった。この結果根こんぶ粉末0.5%添加小麦粉を用いたパンは、食感、味を含めた総合評価でそれなりの評価を得ており、これを食することで、食物繊維を含めたこんぶの各種機能性成分を供給できることになるであろう。

要 約

強力小麦粉の0.5~1.5%を根こんぶ粉末でおきかえた根こんぶ粉末添加小麦粉を調製し、その物理的特性を測定するとともに、各小麦粉を用いて製パン試験を行い以下のような結果を得た。

(1)根こんぶ粉末添加小麦粉の水分吸着量は、根こんぶ粉末添加量が増加するにつれ、多少増加した。多重バイト試験では、根こんぶ粉末の添加量が増加しても生地圧縮に対

する応力はほとんど変化しなかったが、附着力は多少増加した。

(2)各小麦粉を用いた製パン試験では、根こんぶ粉末の添加量が増加するにつれパンのローフボリュームが低下し、内層の気泡も小さくかたいパンになった。各小麦粉の水分吸着量と各パンのローフボリュームとの間には負の相関がみられた。

(3)各パンの官能検査の結果、各パンの総合評価値には、4種の試料間で有意差があるが、根こんぶ粉末0.5%添加小麦粉を用いたパンは食感、味でそれなりの評点を得ていた。

文 献

- 1) 筒井知己, 金井節子: 聖徳栄養短大紀要 **28**, 1 (1997)
- 2) 辻啓介, 他: 栄養誌, **26**, 113 (1968)
- 3) HESP, R. and RAMSBOTTOM, B.: Nature, **208**, 1341 (1965)
- 4) SUTTON, A.: Nature, **216**, 1005 (1967)
- 5) 辻啓介: 家政誌, **39**, 187 (1988)
- 6) YAMAMOTO, I. and MARUYAMA, H.: Cancer Letters **26**, 241 (1985)
- 7) 加藤郁之進, 酒井武, 佐川裕章: ジャパンフードサイエンス, **39**, 43 (2000)
- 8) 西沢一俊, 村井幸子: 海藻の本, p215, 研成社(東京), (1988)